

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-68421

(P2003-68421A)

(43) 公開日 平成15年3月7日 (2003.3.7)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

H 0 1 T 13/20

H 0 1 T 13/20

B 5 G 0 5 9

13/39

13/39

21/02

21/02

E

審査請求 請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-256151(P2001-256151)

(22) 出願日 平成13年8月27日 (2001.8.27)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 堀 恒円

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 水谷 明彦

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二 (外2名)

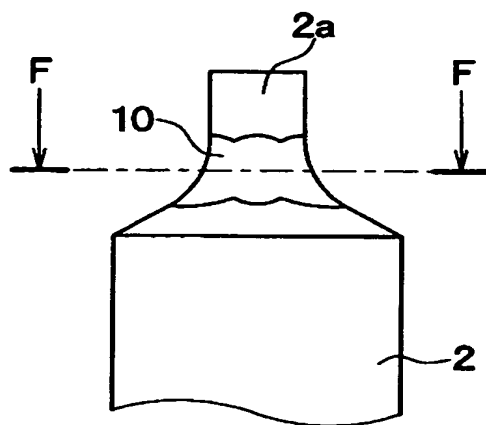
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパークプラグおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 電極とチップの接合信頼性を高める。

【解決手段】 電極2とチップ2aの溶接予定部位の少なくとも半周以上にわたって同時にレーザービームを照射することにより、電極2とチップ2aとが溶け合った溶融部10は、溶融部相互の境界を持たずに連続的に形成される。従って、従来のスパークプラグのように溶融部内の境界に発生する熱応力がなくなり、電極2とチップの2a接合信頼性を高めることができる。



2 : 中心電極
2a : チップ
10 : 溶融部

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の空隙を有して対向配置された 2 つの電極 (2、3) のうち少なくとも一方側に貴金属製のチップ (2 a、3 a) がレーザ溶接され、前記電極 (2、3) と前記チップ (2 a、3 a) との溶接部位には、前記電極 (2、3) と前記チップ (2 a、3 a) とが溶け合った溶融部 (10) が形成されたスパークプラグであって、

前記溶融部 (10) は、前記溶接部位の少なくとも半周以上にわたって、前記溶融部 (10) 相互の境界を持たずに連続的に形成されていることを特徴とするスパークプラグ。

【請求項 2】 前記溶融部 (10) は、前記溶接部位の全周にわたって形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のスパークプラグ。

【請求項 3】 前記チップ (2 a、3 a) のうち前記溶融部 (10) に最も近い部位における断面積を A とし、前記チップ (2 a、3 a) における溶接側の端面のうち、前記電極 (2、3) と前記チップ (2 a、3 a) とが溶け合っていない非溶融部の面積を B とし、前記チップ (2 a、3 a) の断面積 A に占める前記非溶融部面積 B の比率を C としたとき、前記比率 C が 50% 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のスパークプラグ。

【請求項 4】 前記溶融部 (10) と前記チップ (2 a、3 a) との界面に、前記溶融部 (10) と前記チップ (2 a、3 a) とが溶け込んだ第 2 溶融部 (11) が形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載のスパークプラグ。

【請求項 5】 前記チップ (2 a、3 a) は、Ir を 50 重量% 以上含有する Ir 合金よりなることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載のスパークプラグ。

【請求項 6】 所定の空隙を有して対向配置された 2 つの電極 (2、3) のうち少なくとも一方側に貴金属製のチップ (2 a、3 a) がレーザ溶接されるスパークプラグの製造方法であって、

前記電極 (2、3) と前記チップ (2 a、3 a) とを接触させた状態で、前記電極 (2、3) と前記チップ (2 a、3 a) の溶接予定部位の少なくとも半周以上にわたって同時にレーザビームを照射することを特徴とするスパークプラグの製造方法。

【請求項 7】 前記レーザビームを、前記溶接予定部位の全周にわたって同時に照射することを特徴とする請求項 6 に記載のスパークプラグの製造方法。

【請求項 8】 前記レーザビームは、エネルギー密度が全周略均一な環状レーザビーム (111) であることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載のスパークプラグの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所定の空隙を有して対向配置された 2 つの電極 (中心電極及び接地電極) のうち少なくとも一方側に貴金属製のチップがレーザ溶接されたスパークプラグおよびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、この種のスパークプラグとして、特開平 6-188062 号公報に記載されたものがある。この従来のスパークプラグは、図 27 および図 28 に示すように、電極 2 を回転させつつレーザビーム 100 を間欠的に照射して電極 2 と貴金属製のチップ 2 a とをスポット溶接している。そして、図 29 および図 30 に示すように、溶接強度を高めるために、スポット溶接部は、電極 2 とチップ 2 a とが溶け合って合金化した溶融部 (スポット) 200 が隣り合う溶融部 200 同士で一部分重なり合い、電極 2 とチップ 2 a の接合面の全周を覆う連続した閉環合金帯に形成されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近年のエンジンにおいては、高出力化、低燃費化、有害排出ガス量の低減等の要求に対応するために、従来のエンジンよりも燃焼雰囲気が高温になる傾向にある。燃焼雰囲気の高温化に伴い、スパークプラグの電極温度も高くなるため、溶接強度を高めた上記のスパークプラグであっても、熱応力、高温酸化等により、チップが脱落してしまうという問題が顕在化してきた。

【0004】また、上記公報に記載のスパークプラグは、スポット溶接部を閉環合金帯に形成するために、電極 2 を回転させつつ多数回スポット溶接しており、従って、溶接に時間がかかり、製造原価を低減することが難しいという問題を有していた。

【0005】さらに、電極回転時の電極 2 の芯ずれによりフォーカス量が一定にならないため溶融部 200 毎の溶融状態に大きな差が生じ、且つ、隣り合う溶融部 200 が形成される際の時間的差異により隣り合う溶融部 200 間に境界 (界面) 201 が発生するため、結果としてチップ 2 a と溶融部 200 の界面の熱応力を増大させてしまうという問題があった。

【0006】本発明は上記の点に鑑みてなされたもので、電極とチップの接合信頼性の高いスパークプラグを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明では、所定の空隙を有して対向配置された 2 つの電極 (2、3) のうち少なくとも一方側に貴金属製のチップ (2 a、3 a) がレーザ溶接され、電極 (2、3) とチップ (2 a、3 a) との溶接部位には、電極 (2、3) とチップ (2 a、3 a) とが溶け合った溶融部 (10) が形成されたスパークプラグで

あって、溶融部(10)は、溶接部位の少なくとも半周以上にわたって、溶融部(10)相互の境界を持たずに連続的に形成されていることを特徴とする。

【0008】これによると、溶融部は境界を持たずに連続的に形成されているため、従来のスパークプラグのような隣り合う溶融部間の境界に発生する熱応力がなくなり、電極とチップの接合信頼性を高めることができる。

【0009】なお、請求項2に記載の発明のように、溶融部を溶接部位の全周にわたって形成することにより、電極とチップの接合信頼性をさらに高めることができる。

【0010】請求項3に記載の発明では、チップ(2a、3a)のうち溶融部(10)に最も近い部位における断面積をAとし、チップ(2a、3a)における溶接側の端面のうち、電極(2、3)とチップ(2a、3a)とが溶け合っていない非溶融部の面積をBとし、チップ(2a、3a)の断面積Aに占める非溶融部面積Bの比率をCとしたとき、比率Cが50%以下であることを特徴とする。

【0011】これによると、比率Cを50%以下にすることにより、溶融部が熱応力緩和層としての効果を十分に発揮して、電極とチップの接合信頼性をさらに高めることができる。

【0012】請求項4に記載の発明では、溶融部(10)とチップ(2a、3a)との界面に、溶融部(10)とチップ(2a、3a)とが溶け込んだ第2溶融部(11)が形成されていることを特徴とする。

【0013】これによると、溶融部の厚肉化および線膨張係数差の縮小により、更なる熱応力緩和効果が発揮されるため、電極とチップの接合信頼性をさらに高めることができる。

【0014】請求項5に記載の発明のように、チップは、Irを50重量%以上含有するIr合金よりなることが望ましい。

【0015】これによると、火花消耗に優れた組成を有する貴金属チップとすることで、熱負荷の厳しいエンジンでも十分に寿命を確保できる。

【0016】請求項6に記載の発明では、所定の空隙を有して対向配置された2つの電極(2、3)のうち少なくとも一方側に貴金属製のチップ(2a、3a)がレーザ溶接されるスパークプラグの製造方法であって、電極(2、3)とチップ(2a、3a)とを接触させた状態で、電極(2、3)とチップ(2a、3a)の溶接予定部位の少なくとも半周以上にわたって同時にレーザビームを照射することを特徴とする。

【0017】これによると、溶接予定部位の少なくとも半周以上にわたって同時にレーザビームを照射するため、境界を持たない連続的な溶融部を形成することができ、従って、従来のスパークプラグのような隣り合う溶融部間の境界に発生する熱応力がなくなり、電極とチ

ップの接合信頼性を高めることができる。

【0018】また、電極を回転させることなく溶接できるため、同時にレーザビームを照射する部位に対し一定のフォーカス量を確保でき、従って均一な合金層の溶融部を形成することができ、溶融部が熱応力緩和層としての効果を十分に発揮して、電極とチップの接合信頼性をさらに高めることができる。

【0019】また、溶接予定部位の少なくとも半周以上にわたって同時にレーザビームを照射するため、溶接時間を大幅に短縮して、製造原価を低減することができる。

【0020】なお、請求項7に記載の発明のように、レーザビームを溶接予定部位の全周にわたって同時に照射することにより、電極とチップの接合信頼性をさらに高めることができる。

【0021】請求項6または7の発明は、請求項8に記載の発明のように、レーザビームをエネルギー密度が全周略均一な環状レーザビームとして実施することができる。

【0022】因みに、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【0023】

【発明の実施の形態】(第1実施形態)図1ないし図5は本発明に係わるスパークプラグの第1実施形態を示すもので、図1はスパークプラグ1の断面図である。このスパークプラグ1は、例えば車両用内燃機関(エンジン)に用いられる。

【0024】図1において、スパークプラグ1は、中心電極2、接地電極3、接地電極3が溶接された略円筒状の金属製のハウジング4、アルミナセラミック(A1₂O₃)等の電気絶縁体からなる碍子5、端子部6が設けられた金属製のステム7、及び碍子5内においてステム7と中心電極2との間に位置して所定の電気抵抗値を有するレジスタ8等からなるもので、中心電極2と接地電極3との間で電気火花を発生させる。

【0025】そして、中心電極2は、例えば、内材がCu等の熱伝導性に優れた金属材料、外材がNi基合金等の耐熱性および耐食性に優れた金属材料により構成された円柱体で、その先端部に貴金属(本実施形態では、イリジウム)製のチップ2aがレーザ溶接されて碍子5から接地電極3側に露出している。

【0026】また、接地電極3はNiを主成分とするNi基合金からなるもので、その一端部がハウジング4に溶接された状態で略90°(略L字状に)曲げられて、他端部が中心電極2(チップ2a)と所定の空隙を有して対向している。

【0027】また、レジスタ8は、炭素粉末を混合したガラスを主成分とする粉末状の抵抗材を炉内に焼き固めて(焼結して)円柱状に形成したもので、その長手方向

両端側には、導電性ガラスからなるガラスシール層 8 a、8 b を設けることにより中心電極 2 側（燃焼室内）と端子 6 側（燃焼室外）とが連通してしまうことを防止している。

【0028】因みに、ハウジング 4 は、碍子 5 内にレジスタ 8 を形成した後、ハウジング 4 の一部をカシメる（塑性変形させる）ことにより碍子 5 に機械的に固定されている。

【0029】図 2 および図 3 は、中心電極 2 とチップ 2 a の溶接方法を示すもので、図示しないレーザ照射装置によりレーザビーム 100 を照射してレーザ溶接を行うようになっている。より詳細には、中心電極 2 とチップ 2 a とを接触させた状態で、中心電極 2 とチップ 2 a の溶接予定部位の全周に対して、多点（本例では 45° 間隔に 8 方向）から同時にレーザビーム 100 を照射して、中心電極 2 とチップ 2 a を溶接するもので、以下、本実施形態によるレーザ溶接方法を、多点同時照射法という。

【0030】図 4 および図 5 は、多点同時照射法によって溶接された部位を示すもので、中心電極 2 とチップ 2 a との間に、その両者が溶け合った溶融部 10 が形成される。そして、多点から同時に（すなわち、時間的差異なく）レーザビーム 100 を照射するため、レーザビーム 100 が照射される部位はほぼ同時に溶融してほぼ同時に凝固し、従って、溶融部 10 は、全周にわたって、溶融部 10 内に溶融部相互の境界（界面）を持たずに連続的に形成される。

【0031】ここで、中心電極 2 とチップ 2 a とを図 2 7 および図 2 8 に示す従来方法で溶接したスパークプラグと、中心電極 2 とチップ 2 a とを多点同時照射法で溶接したスパークプラグとを用意し、それらのスパークプラグについて耐久試験を行い、チップ 2 a の剥離率にて接合信頼性を評価した。また、同時に、未溶融断面積比率 C の接合信頼性への影響も確認した。

【0032】なお、チップ 2 a の剥離率の定義は、次の通りである。すなわち、図 6 に示すように、中心電極 2 とチップ 2 a との接合（溶接）部の、チップ径方向の長さ（以下、接合長さという）を L、中心電極 2 とチップ 2 a との接合部において耐久試験により剥離した部分 X の、チップ径方向の長さ（以下、剥離長さという）を L1、L2 としたとき、 $\{(L1 + L2) / L\} \times 100$ を剥離率（%）とする。

【0033】また、未溶融断面積比率 C の定義は、次の通りである。すなわち、図 6 に示すように、チップ 2 a のうち溶融部 10 に最も近い部位における断面積を A とし、チップ 2 a における接合側の端面のうち、電極 2 とチップ 2 a とが溶け合っていない非溶融部（すなわち、電極 2 とチップ 2 a との接合面において溶融部 10 が存在しない範囲）の面積を B としたとき、 $(B / A) \times 100$ を未溶融断面積比率 C（%）とする。

【0034】また、図 2 に示す各寸法について、評価に用いたスパークプラグのチップ 2 a は、直径 D1 が 0.7 mm、長さが 0.8 mm であり、その材質は Ir（イリジウム）が 90 重量%、Rh（ロジウム）が 10 重量%の Ir 合金である。一方、評価に用いたスパークプラグの中心電極 2 は、台座部（チップ 2 a を接合する部分）の直径 D2 が 1.2 mm、台座部の長さ 0.3 mm、基準部の直径 D3 が 2.7 mm で、材質はインコネル（登録商標）である。

【0035】また、耐久試験は、2000 cc の 6 気筒エンジンを用い、アイドルリング（スロットルバルブ全閉）でエンジン回転数 800 rpm での 1 分間の運転と、スロットルバルブ全開でエンジン回転数 6000 rpm での 1 分間の運転との繰り返しを、100 時間実施した。

【0036】図 7 はその結果を示すもので、図 7 中、丸マークは従来方法で溶接したスパークプラグ（以下、従来品という）の結果を示し、三角マークは多点同時照射法で溶接したスパークプラグ（以下、第 1 実施形態品という）の結果を示す。

【0037】これから明らかなように、第 1 実施形態品は、従来品よりも剥離率が低くなっている。これは、第 1 実施形態品では、上述したように、溶融部 10 は境界のない連続的なものとなり、従来品のような隣り合う溶融部間の境界に発生する熱応力がなくなるためである。

【0038】また、本発明者の検討によれば、剥離率が 25% 以下であれば実用上問題がなく、従って、図 7 から明らかなように、第 1 実施形態品は、未溶融断面積比率 C を 50（%）にすることにより、実用上十分な接合信頼性を得ることができる。これは、比率 C が 50% 以下であれば、溶融部 10 が熱応力緩和層としての効果を十分に発揮するためである。ここで、未溶融断面積比率 C = 0（すなわち、B = 0）の場合が最も剥離率を低くでき、接合信頼性に優れていることは明らかである。

【0039】なお、中心電極 2 とチップ 2 a を溶接する際、従来方法では 1 回の照射で半周未満しか溶接できないため、全周溶接するには最低 3 回の照射が必要であるのに対し、本実施形態では、溶接予定部位の全周に対して多点から同時にレーザビーム 100 を照射するため、1 回の照射で中心電極 2 とチップ 2 a の全周溶接が完了する。従って、溶接時間を大幅に短縮して製造原価を低減することができる。

【0040】また、本実施形態では、溶接予定部位の全周に対して同時に照射するようにしたが、全周ではなく半周以上（例えば 270°）に対して同時に照射するようにしてもよく、この場合でも、2 回の照射で中心電極 2 とチップ 2 a の全周溶接が完了するため、従来よりも溶接時間を短縮することができる。

【0041】また、本実施形態では、8 点から同時にレーザビーム 100 を照射する例を示したが、同時に照射

するレーザービーム100の数は、チップ2aのサイズや形状等に応じて適宜変更可能である。

【0042】(第2実施形態)図8ないし図10は第2実施形態を示すもので、本実施形態のスパークプラグは、中心電極2とチップ2aの溶接方法が第1実施形態と異なり、その他の点は第1実施形態と共通している。

【0043】図8において、図示しないレーザー発振器から発振されたレーザービーム110は、平板状の反射ミラー20の中心部の開口20aを通過し、円錐ミラー21の中心部に形成された円錐状の第1円錐反射面21aに10
入射するようになっている。

【0044】第1円錐反射面21aにて外周側に向かって全方位に反射されたレーザービーム110は、円錐ミラー21の外周部に形成された円錐状の第2円錐反射面21bにより反射ミラー20に向かって反射される。この円錐ミラー21により、レーザービーム110は、エネルギー密度が全周略均一な環状のレーザービーム111に変換されるようになっている。

【0045】環状になったレーザービーム111は、反射ミラー20の平面反射面20bにより集光ミラー22に20
向かって反射され、さらに、集光ミラー22に形成された球面状の反射面22aにて反射集光される。そして、反射面22aにて反射集光された集光レーザービーム112が、中心電極2とチップ2aの溶接予定部位の全周に照射されるようになっている。

【0046】本実施形態では、上記のように中心電極2とチップ2aの溶接予定部位の全周に同時に集光レーザービーム112を照射して、中心電極2とチップ2aを溶接するもので、以下、本実施形態によるレーザー溶接方法を、環状ビーム法という。

【0047】図9および図10は、環状ビーム法によって溶接された部位を示すもので、中心電極2とチップ2aとの間に、その両者が溶け合った溶融部10が形成される。そして、溶接予定部位の全周に同時に(すなわち、時間的差異なく)集光レーザービーム112を照射するため、集光レーザービーム112が照射される部位はほぼ同時に溶融してほぼ同時に凝固し、従って、溶融部10は、全周にわたって、溶融部10内に溶融部相互の境界(界面)を持たずに連続的に形成される。

【0048】ここで、中心電極2とチップ2aとを環状40
ビーム法で溶接したスパークプラグを用意し、上記した従来品および第1実施形態品と同一条件で耐久試験を行い、チップ2aの剥離率にて接合信頼性を評価した。なお、評価に用いたスパークプラグの中心電極2およびチップ2aのサイズや材質は、従来品および第1実施形態品と同一である。

【0049】図7中の四角マークは環状ビーム法で溶接したスパークプラグ(以下、第2実施形態品という)の結果を示すもので、第2実施形態品は第1実施形態品よりも剥離率がさらに低くなっている。これは、環状ビ-

ム法では、中心電極2とチップ2aの溶接予定部位の全周に略均一なエネルギー密度を形成できるため、多点同時照射法よりも、組成のばらつきが少ない溶融部10を形成できるためである。

【0050】(第3実施形態)図11および図12は第3実施形態を示すもので、本実施形態は、中心電極2とチップ2aを環状ビーム法で溶接した後、溶融部10とチップ2aとの界面にレーザービームを再照射して(図11参照)、溶融部10とチップ2aとが溶け込んだ第2溶融部11(図12参照)を形成したものである。そして、本実施形態のスパークプラグは、第2溶融部11を形成した点を除き、第2実施形態と共通している。

【0051】ここで、再照射の仕方を種々変更したスパークプラグを用意し、上記した従来品および第1、第2実施形態品と同一条件で耐久試験を行い、チップ2aの剥離率にて接合信頼性を評価した。なお、評価に用いたスパークプラグの中心電極2およびチップ2aのサイズや材質は、従来品および第1、第2実施形態品と同一である。

【0052】図13はその結果を示すもので、図13中、白丸マークは再照射なし(比較用)、白三角マークは再照射点数(再照射した箇所)が1点、白四角マークは再照射点数が2点、黒丸マークは再照射点数が4点、黒三角マークは再照射点数が8点、黒四角マークは環状ビーム法で全周再照射したものの、それぞれの結果を示す。

【0053】図13から明らかなように、未溶融断面積比率Cにかかわらず、再照射したスパークプラグはいずれも、再照射なしのスパークプラグよりも剥離率が低くなっている。これは、溶融部の厚肉化および線膨張係数差の縮小により、更なる熱応力緩和効果が発揮されるためである。また、再照射点数が多くなるほど剥離率が低くなっており、これは、再照射点数が多くなるほど熱応力緩和層としての溶融部が増加するためである。また、未溶融断面積比率C=0(すなわち、B=0)の場合が最も剥離率を低くでき、接合信頼性に優れていることも明らかである。

【0054】(第4実施形態)図14ないし図16は第4実施形態を示すもので、本実施形態は、接地電極3に貴金属(本実施形態では、イリジウム)製のチップ3aを環状ビーム法で溶接したものである。

【0055】本実施形態では、集光レーザービーム112が接地電極3とチップ3aの溶接予定部位の全周に照射されて、接地電極3とチップ3aとの間に、その両者が溶け合った溶融部10が形成される。そして、この溶融部10は、全周にわたって、溶融部10内に溶融部相互の境界(界面)を持たずに連続的に形成される。

【0056】従って、本実施形態においても、接地電極3とチップ3aとの接合信頼性の向上や、溶接時間の短縮等の効果が得られる。

【0057】なお、本実施形態では環状ビーム法を用いたが、接地電極3とチップ3aを多点同時照射法で溶接してもよい。

【0058】(第5実施形態)図17ないし図20は第5実施形態を示すもので、接地電極3とチップ3aを溶接する際にハウジング4がレーザビーム照射の障害物となる場合の溶接方法を示している。

【0059】図17において、チップ3aの軸線に対して全周方向からレーザビームを照射する場合、角度 θ で示す範囲はハウジング4が障害物となる。そこで、多点同時照射法の場合は、角度 θ の範囲にはレーザビーム照射口を設けない。また、環状ビーム法の場合は、角度 θ で示す範囲のレーザビームをマスキング等により遮る。そして、角度 θ を除く範囲にレーザビームを照射することにより、図18に示すように、角度 θ を除く範囲に溶融部10が形成される。

【0060】次いで、図19に示すように、角度 θ で示す範囲に対して、チップ3aの軸線に対して斜め方向からレーザビームを照射することにより、図20に示すように溶融部10が全周に形成される。

【0061】(第6実施形態)図21および図22は第6実施形態を示すもので、本実施形態は、中心電極2とチップ2aを多点同時照射法または環状ビーム法で溶接した後、溶融部10にレーザビームを再照射して、溶融部10内に第2溶融部12を1個または複数個形成したものである。この第2溶融部12は、中心電極2の向きを接地電極3に対してある決まった位置に組み付けたい時等の識別印とすることができる。

【0062】(第7実施形態)図23は第7実施形態を示すもので、本実施形態は、中心電極2とチップ2aを多点同時照射法または環状ビーム法で溶接した後、溶融部10にレーザビームを再照射して、溶融部10の外周面からチップ2a内に侵入する位置まで延びる第2溶融部13を、溶融部10内に1個または複数個形成したものである。

【0063】これによると、第2溶融部13の先端部がチップ2a内にくさびのように食い込んでいるため、チップ2aと溶融部10の界面に剥離が生じた場合でも、チップ2aの脱落を防止することができる。

【0064】(第8実施形態)図24および図25は第8実施形態を示すもので、本実施形態は、中心電極2とチップ2aを多点同時照射法または環状ビーム法で溶接した後、溶融部10に多点同時照射法または環状ビーム法で再照射して、溶融部10内に第2溶融部14を全周にわたって形成したものである。

【0065】これによると、溶融部全体(溶融部10+第2溶融部14)のボリュームが増加するため、それらの溶融部10、14が熱応力緩和層としての効果を一層発揮することができ、接合信頼性をさらに向上させることができる。

【0066】(第9実施形態)図26は第9実施形態を示すもので、本実施形態は、中心電極2とチップ2aを多点同時照射法または環状ビーム法で溶接した後、溶融部10に多点同時照射法または環状ビーム法で再照射して、溶融部10の外周面からチップ2a内に侵入する位置まで延びる第2溶融部15を溶融部10の全周にわたって形成したものである。

【0067】これによると、第7実施形態と同様の効果が得られる。また、第2溶融部15の先端部がチップ2a内にくさびのように食い込んでいるため、チップ2aと溶融部10の界面に剥離が生じた場合でも、チップ2aの脱落を防止することができる。

【0068】(他の実施形態)上記実施形態では、チップ2aの材質を、Irが90重量%、Rhが10重量%のIr合金としたが、50重量%以上のIrを主成分とし、Pt(白金)、Rh、Os(オスミウム)、Ni(ニッケル)、W(タングステン)、Pd(パラジウム)およびRu(ルテニウム)のうち少なくとも一つが添加された合金や、50重量%以上のPtを主成分とし、Ir、Rh、Os、Ni、W、PdおよびRuのうち少なくとも一つが添加された合金であっても、上記実施形態と同様の効果が得られることを確認した。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係るスパークプラグの半断面図である。

【図2】図1のスパークプラグにおける中心電極2とチップ2aの溶接方法を説明するための説明図である。

【図3】図2のE視図である。

【図4】図1のスパークプラグにおける中心電極2とチップ2aの溶接部位を示す図である。

【図5】図4のF-F断面図である。

【図6】剥離率および未溶融断面積比率Cの定義を説明するための図である。

【図7】接合信頼性の評価結果を示す図である。

【図8】本発明の第2実施形態に係るスパークプラグにおける中心電極2とチップ2aの溶接方法を説明するための説明図である。

【図9】図8の中心電極2とチップ2aの溶接部位を示す図である。

【図10】図9のG-G断面図である。

【図11】本発明の第3実施形態に係るスパークプラグにおける中心電極2とチップ2aの溶接方法を説明するための説明図である。

【図12】図11のスパークプラグにおける中心電極2とチップ2aの溶接部位を示す図である。

【図13】接合信頼性の評価結果を示す図である。

【図14】本発明の第4実施形態に係るスパークプラグにおける接地電極3とチップ3aの溶接方法を説明するための説明図である。

【図15】図14のスパークプラグにおける接地電極3

とチップ3aの溶接部位を示す図である。

【図16】図15のH視図である。

【図17】本発明の第5実施形態に係るスパークプラグにおける接地電極3とチップ3aの溶接方法（第1工程）を説明するための説明図である。

【図18】図17の第1工程終了時点の接地電極3とチップ3aの溶接部位を示す図である。

【図19】本発明の第5実施形態に係るスパークプラグにおける接地電極3とチップ3aの溶接方法（第2工程）を説明するための説明図である。

【図20】図19の第2工程終了時点の接地電極3とチップ3aの溶接部位を示す図である。

【図21】本発明の第6実施形態に係るスパークプラグにおける中心電極2とチップ2aの溶接部位を示す図である。

【図22】図21のI-I断面図である。

【図23】本発明の第7実施形態に係るスパークプラグにおける中心電極2とチップ2aの溶接部位を示す図で

ある。

【図24】本発明の第8実施形態に係るスパークプラグにおける中心電極2とチップ2aの溶接部位を示す図である。

【図25】図24のJ-J断面図である。

【図26】本発明の第9実施形態に係るスパークプラグにおける中心電極2とチップ2aの溶接部位を示す図である。

【図27】従来のスパークプラグにおける中心電極2とチップ2aの溶接方法を説明するための説明図である。

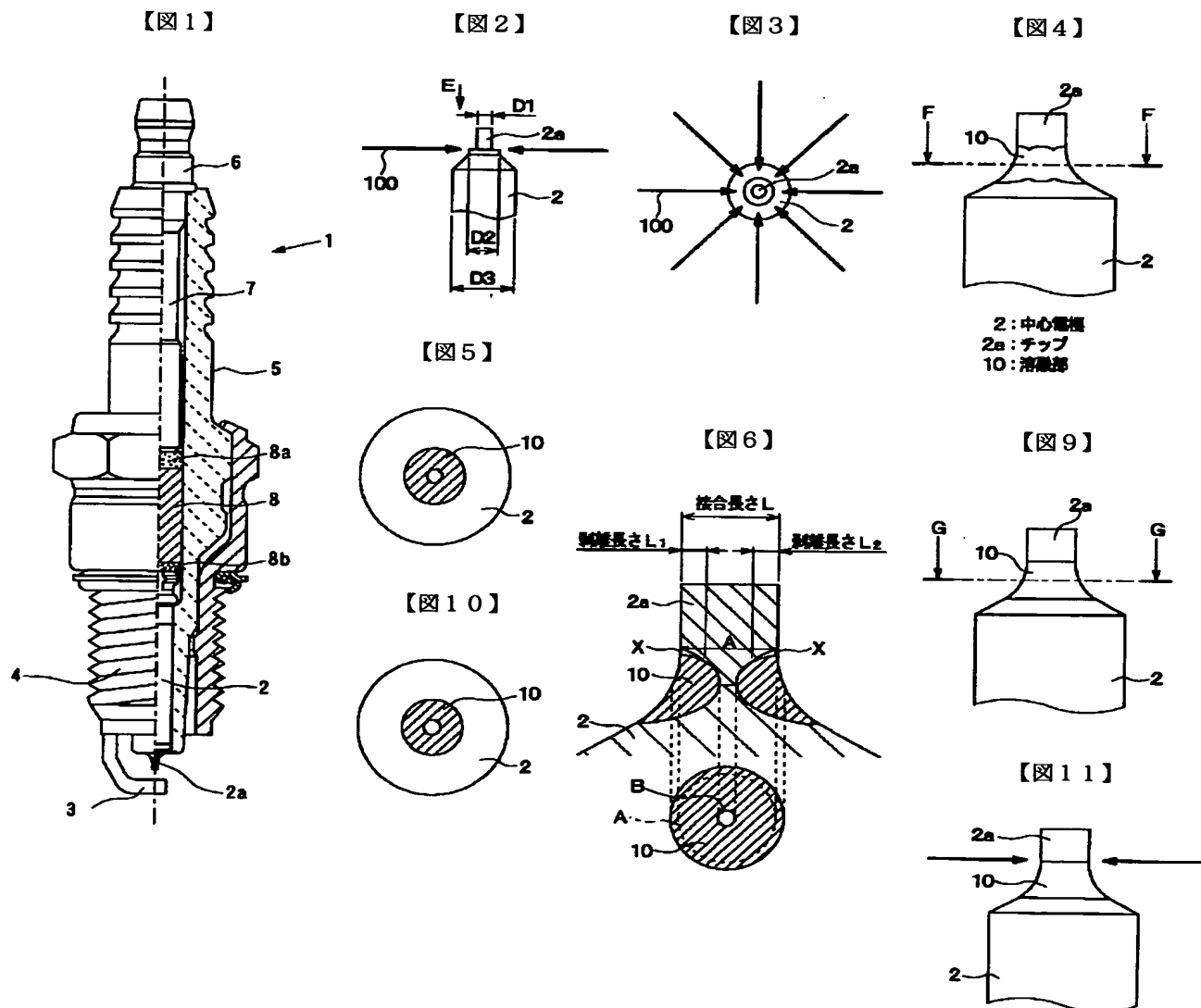
【図28】図27のK視図である。

【図29】従来の方法で溶接した中心電極2とチップ2aの溶接部位を示す図である。

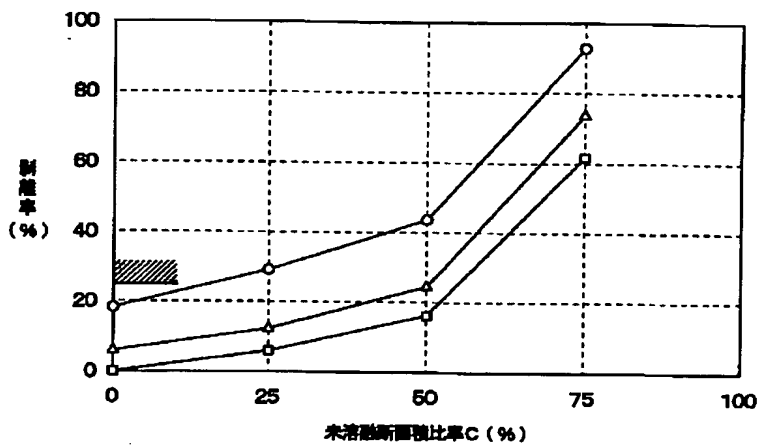
【図30】図29のM-M断面図である。

【符号の説明】

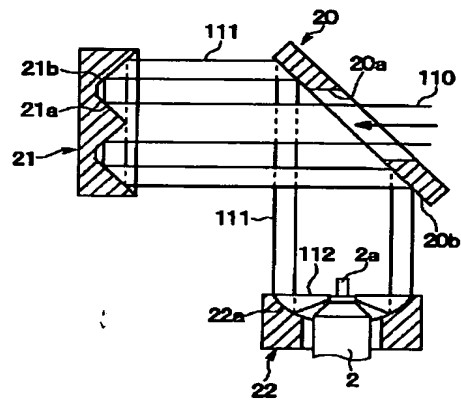
2…中心電極、3…接地電極、2a、3a…チップ、10…溶融部。



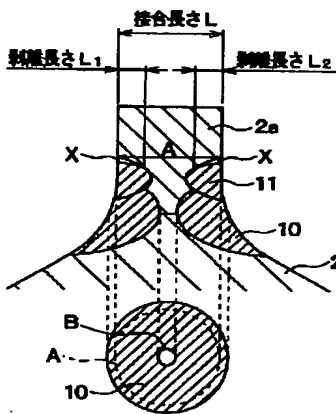
【図7】



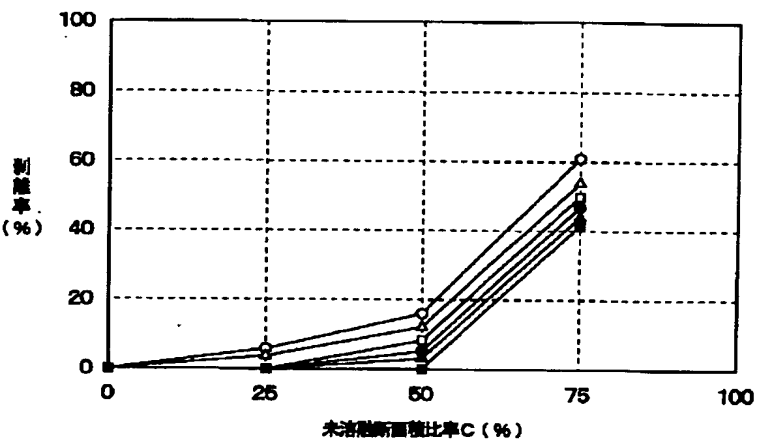
【図8】



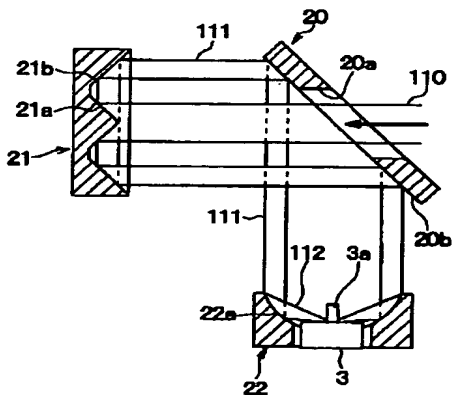
【図12】



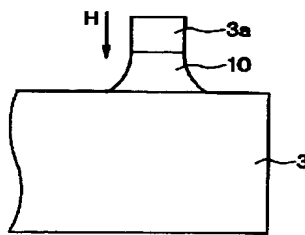
【図13】



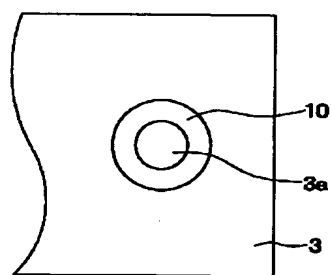
【図14】



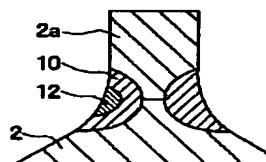
【図15】



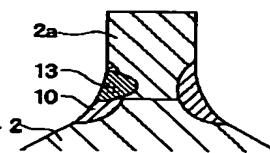
【図16】



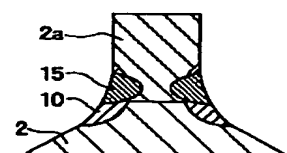
【図22】



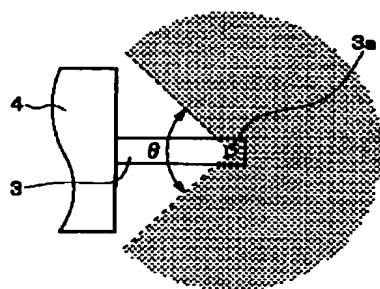
【図23】



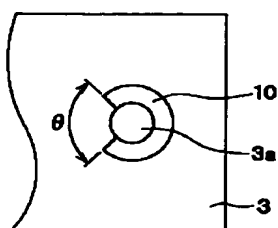
【図26】



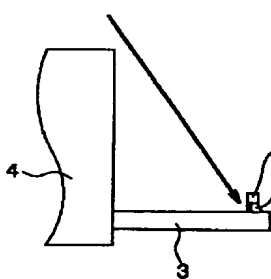
【図17】



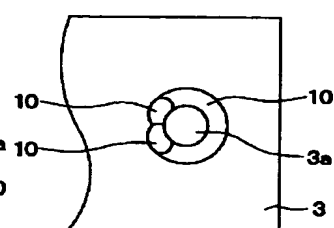
【図18】



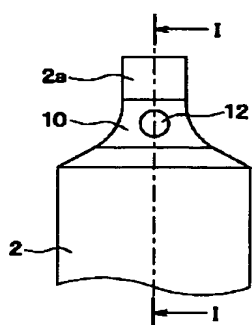
【図19】



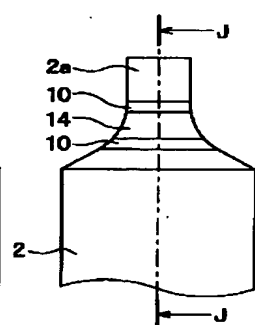
【図20】



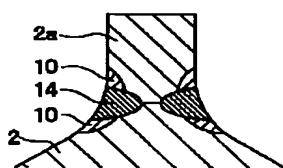
【図21】



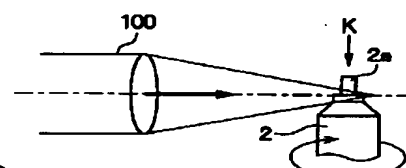
【図24】



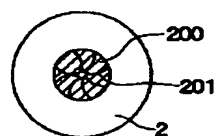
【図25】



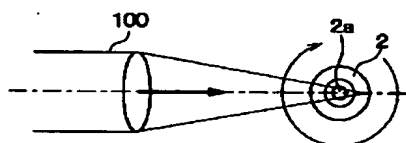
【図27】



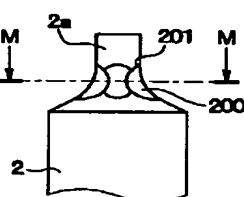
【図30】



【図28】



【図29】



フロントページの続き

(72)発明者 長村 弘法
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72)発明者 高村 鋼三
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

Fターム(参考) 5G059 AA03 AA04 CC02 DD11 EE11